

実践的能力の育成を目指した 「算数科教育法」科目の開発

黒 田 恭 史

はじめに

子どもの学習歴の多様化と保護者の学習ニーズの多様化がすすむなか、学校教員に要請される能力は、過去に取得した知識を一斉に伝達することよりも、個々の子どもに応じた学習内容の提示や、同僚教員、保護者、地域といった大人への説得力のある説明と協働して問題を解決していく力である。知識習得や知識伝達に加え知識構築の能力、各場面に応じた柔軟な対応力と思考力の育成等を目指した高度職能教育¹⁾としての大学授業科目の開発が、本研究の目的である。

1. 問題の所在と研究の目的

1.1. 文部科学省の動向

1998年12月に告示された小学校学習指導要領では、従来までの教科内容の約3割を削減ないしは先送り、各教科時間数の約15%を削減し、学校完全5日制と総合的な学習の時間の新設等の大幅な改訂が行われた。「生きる力」が新たなキャッチフレーズとして採用され、子どもの自発的な学習や、教科や教科書の枠組みにとらわれない各教師、学校、地域での魅力ある授業の実現が志向された。

この学習指導要領改訂作業時に学校教育現場が抱えていた課題は、子どもの自死、いじめ、不登校、学級崩壊、そして中学生が学校で教師を殺害するといった青少年の凶悪事件の出現等、深刻化の一途を辿る状況に対して具体的な対応を講じることで

1) 通常、高度職能教育の用語は、大学院修士課程レベル以上を指して用いる場合が多いが、ここでは学部レベルを対象として用いる。学部レベルの教育からの意識改革と具体的な試みが重要であると考えためである。

あった。子どもが学校に来ることや授業が無事に成立することが求められた時期であったため、上記の改訂は学校教育現場でも概ね好意的に受け入れられた。

しかし、その後、学界、マスコミ等による学力低下批判が噴出し、完全実施4ヶ月後の2002年8月には文部科学省から「個に応じた指導に関する指導資料 ―発展的な学習や補充的な学習の推進―」が、さらにその約1年後の2003年10月には「初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について」が公にされ、わずか1年半という短期間に教育の方向が大きく変更された²⁾。一人の教員の勤務年数を40年間と考えると、これまでは3ないし4回の学習指導要領の改訂を経験することになったのであるが、今後は、さらに多くの教育方針の変更に即応しながら日常的な教育活動を展開していかななくてはならない。

1.2. 子どもの発達を中心とした教科カリキュラムへ

教育方針の大幅な変更は、学校現場にある種の混乱と多忙化を招くことにつながるため、教育の改善が期待される事項に対しても、現状に固執する消極的な態度を取る教員も少なくない。急激な改革はメリットよりもデメリットの方が多いということを経験的に感じていることにも一因があると考えられるが、その一方で教育方針の変更に対して、受け身的にしか対応できず、新たな枠組みを主体的に解釈して自分の言葉で捉え直すといったトレーニングがなされていないことにも原因があると考えられる。

教育方針が変更され、教科書や教育内容が一新されたからといえ、学習者である子どもがすぐさま変化するわけではない。むしろ、子どもの学齢段階による特徴や、個々の子どもの発達のデータ、それらを踏まえた各教員の内省の集積と分析が日常的に実施されているとするならば、教育方針の変更に対しても主体的な対応が可能である。そこでは、教科内容やその親学問の系統性からカリキュラムを捉えるだけでなく、子どもの発達からカリキュラムを構築していく視点とその方法を身に付けることが重要となる（横地、1995a, 1995b）。

2) 2002年8月には算数科、9月には中学校数学科において「個に応じた指導に関する指導資料 ―発展的な学習や補充的な学習の推進―」が文部科学省から発表された。算数科では151ページにわたって今回削減された内容を中心に、発展的学習としての具体的な指導のあり方が記されている。http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/14/08/020818
また、2003年10月には、「初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について」が発表され、各学年の教育内容の上限に対する規制の緩和等が記されている。http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/03100701.htm

1. 3. 理論と実践の協働

大学教育の論理と教育現場の論理が大きく隔たりを持つことは、以前から指摘されてきており、その溝は現在とて深い。むしろ、双方がそうした溝の存在を温存する風潮が支配的であり、そこには互いに相手との対話を拒む姿勢が横たわってきたといえる。親学問の系統性を重視した教科教育学と、伝統的な教育思想史を中心とした教育学から導かれる教育の内容と方法は、極めて論理的矛盾の少ないものである。しかし、複数レベルの矛盾が日常的に発生し、その打開が主目的となる多くの教室では、矛盾の特徴の把握と、その具体的な打開の方法が求められている。急速な教育改革と教育現場の日常的な問題の複雑化がすすむ現状にあっては、双方の協働作業による問題解決の姿勢が不可欠である。そこでは〇〇学習方式といった固定化された一つの方法よりも、個々の子どもに応じたオーダーメイド的な教育の開発が重要となる。そうした教育を実現するための新たな枠組みの開発と、教育実践による検証が、大学と学校教育現場との間で建設的に実施される必要がある。

1. 4. 情報通信機器の教育への新たな活用

コンピュータに代表される情報通信機器の教育への活用は、主に子どもの学習活動時の概念獲得やスキルアップにどのように使用するかが中心的な課題であった。図形学習時におけるコンピュータ映像による学習効果等が検証されてきたが、教える側の論理による構成が、学習する側の論理と必ずしも合致せず、その効果が期待される程のものではない場合も存在してきた（鈴木他，1985，五十嵐・鈴木，2003）。

一方、西之園（2002）は、情報通信機器を、学習者の自己学習管理や、教育に関する諸問題を検討するための教員間の情報ネットワークとして活用することを提案している。このことは、一斉指導による効率性の向上といった枠組みから、個別対応による固有性を尊重した教育へのパラダイムの転換の際に、情報通信機器が大きな役割を演じることを示しているといえる。

1. 5. 研究目的

知識構築の能力、各場面に応じた柔軟な対応力と思考力の育成等を目指した大学授業科目の開発が本研究の目的であり、本稿では、その一つの試みとして主に大学2回生が受講する算数科教育法を対象に、討論、グループ作業による課題制作、成果発表を中心とした授業科目の開発とその有効性について検討する。

2. 大学における授業開発の視点

2.1. アメリカにおける算数科教育法の試み

子どもの学習歴の多様性を前提として授業設計が行われているアメリカの場合、算数科教育法はどのような視点から実施されているのであろうか。ここでは、Rick Billstein ら（2003）による算数科教育法のテキストから、その実像に迫ってみたい。テキストは、ほぼA4サイズ版のもので、総ページ数885ページに及ぶものである。全ての内容を講義で扱うためには膨大な時間が必要となるが、学生の予習・復習を前提に授業がデザインされ、その方針のもと編纂が行われていると考えられる。

各セクションでの扱いは、極めて具体的であり、また多様な指導法が提示されている。例えば、繰り上がりのある筆算指導の項目では、タイルを用いたシエマ図による方法、位毎に分類して計算を行う方法、末位からではなく頭位から計算を行う方法（算盤と同様な方法）等が、アルゴリズムの説明を踏まえ記されている。

また、セクション毎に数多くの演習問題が記されており、具体的な問題解決のトレーニングが可能のように編集されている。演習問題には、次のようなものがある。

- Analyze the following computations. Explain what is wrong each case.

a. $\begin{array}{r} 135 \\ + 47 \\ \hline 172 \end{array}$	b. $\begin{array}{r} 87 \\ + 25 \\ \hline 1012 \end{array}$	c. $\begin{array}{r} 57 \\ - 38 \\ \hline 21 \end{array}$	d. $\begin{array}{r} 56 \\ - 18 \\ \hline 48 \end{array}$
---	---	---	---

- Tira, a forth grader, performs addition by adding and subtracting the same number. She added as follows:

$$\begin{array}{r} 39 \\ + 84 \\ \hline \end{array} \rightarrow \begin{array}{r} 39 + 1 \\ + 84 - 1 \\ \hline \end{array} \rightarrow \begin{array}{r} 40 \\ + 83 \\ \hline 123 \end{array}$$

How would you respond if you were her teacher?

こうした演習問題に一律の解答があるわけではないが、日常の教室風景を対象とし、そこでの問題を具体的に解決することを通して、教育における実践的解決能力の育成を目指していると考えられる。

一方、日本では、末位からの繰り上がりの筆算指導が一律に行われ、特徴的な誤答に個々に対応するといった方法が一般的である。そこでは、一斉指導の中での効率性が求められてきた。しかし、今後の子どもの学習歴の多様化に対応していくためには、習熟度別的小クラス化や学習のスマールステップ化によって正答率の向上を目指す視

点だけでは、時間的、空間的、経済的（人的）にも限界が見込まれる。果たして、子どもの自立的思考を育てることになるのかという、教育の根本問題にも関連する事柄でもある。子どもの思考に応じて解法自体の多様性を認めるといった、臨機応変な対応が可能な能力の育成が今後は重要となってくると考えられる。

2.2. 具体的な学習活動をデザインすること

学校の日常の授業において、臨機応変な対応を行っていくことができるようになるためには、具体的なレベルでの子どもの学習活動のイメージを持つことができるようになることが必要となる。現在、日本の学校教育の目標と内容を規定しているのは、文部科学省の学習指導要領であり、教科書もまたこれに沿って編纂され、各学校、各教室での授業が展開されている。小学校学習指導要領（1998）の算数科の第1学年の目標の一部は次のようである（下線は筆者）。

具体物を用いた活動などを通して、数についての感覚を豊かにする。数の意味や表し方について理解できるようにするとともに、加法及び減法の意味について理解し、それらの計算の仕方を考え、用いることができるようにする。

これは「数と計算」の領域の目標を示したものであるが、下線部の動詞³⁾からもわかるように、実際の授業ではこうした「豊かにする」とか「理解できるようにする」といった文言の意味を解釈し、具体的な学習活動へと展開していく必要がある。その際重要となるのが、具体的な活動を示すための豊富な動詞を用意することである。早くから西之園（1986）は、活動や現象を記述するための豊富な行為動詞の集積を行ってきており、それらの適切な使用が、学習活動の多様化と子どもの認識の深層を捉える際に役立つことを指摘している。

子どもの実態に応じた臨機応変な対応が、子どもがアウトプットしてくるものをどれだけ詳細に把握し、適切な学習内容を提示することができるかに成否の鍵があることを考えるならば、「豊かにする」といった動詞を、実際の学習内容に応じて他の動詞に置き換える作業を、講義の中で学生に経験させることが必要となる。

2.3. これからの算数科教育法

従来の算数科教育法の講義では、算数科の目標及び4領域の内容とその指導につい

3) 学習指導要領に記された文章では、主語が「教師」か「児童」かが、微妙なものもあるが、全体を通して判断すると「教師」が主語と考えられる。

て順次扱うといったものが一般的である(杉山他, 1990)。各教育内容の目的や規範となる学習指導プランが示され、その解説に多くの時間が費やされる。小学校1～6年生までの「数と計算」、「量と測定」、「図形」、「数量関係(3～6年生)」,さらには算数・数学教育史,コンピュータの教育利用,総合的な学習の時間との関連等,膨大な内容がある。例えば、「数と計算」だけを取り上げてみても,集合数,順序数,十進位取り,小数,分数,概数といった数の種類と,それらの四則演算等があり,小学校教員になれば原則的にこれら全てを指導することが求められる。

しかし,昨今の大学カリキュラムの多くがセメスター制を導入しており,わずか15回の講義において,これら全て扱うことは物理的に不可能である。むしろ,複数の教員が協働して算数科の授業を開発する際の視点と方法や,教科の系統性からではなく子どもの発達から教育内容を設定する視点の育成を意図した大胆なカリキュラムの設定が必要である。全ての内容を大学で網羅するのではなく,学校教育現場に出た際に,眼前の子どもたちに見合った教育内容と方法を適切に用意し,実践することのできる授業設計の方法論を教育することが重要となる。

3. 実践的能力の育成を目指した算数科教育法

以下では,大学の教職科目の一つである算数科教育法を対象に,実践力の育成を目指した授業科目の一試案について報告する。

3.1. 講義の概要

期間・対象:2002年度前期40名,2002年度後期49名

講義内容:

①討論・予想・判断の育成を意図した講義(第1～4講義):

この段階では,「算数・数学の好き嫌い」と得意不得意の関係,「算数科では系統学習と総合学習のいずれを重視すべきか」,「小学校1年生と6年生とでは,子どもの認識はどのように異なるか」といったテーマでの討論を実施する。討論を通して,多様な考えに触れること,結果を予想すること,予想の論拠のよりどころを明確にして相手に伝達する能力の育成を意図している。

②柔軟な教育内容の構築を意図した講義(第5～8講義):

この段階では,学生が小学生時代に学習してきた内容や方法が,一つの事例に過ぎないことに気付かせ,多様な内容と方法を提示することで,教育内容に対する見方の

幅を広げることを意図する。例として「電卓・算盤・筆算の計算方法の違い」「頭位からの筆算」「模様を題材とした対称図形の学習」を取り上げる。

③協働作業による授業設計・発表を意図した講義（第9～13講義）：

この段階では、グループ単位で実際に授業を設計し、最終講義で発表を行う。

- ・扱う教育内容（単元）を決定し、HPにある指導案等を検索して参考にする。
- ・グループで授業を設計する。子どもの具体的な学習場面のイメージ化と共有化、チャート図の作成、動詞の適切な使用等に重点をおく。

提出課題：

- ・HP上の指導案を2つ以上検索し、その概要をまとめる。
- ・グループで算数科の授業を設計し、プレゼンテーションソフトを用いてその授業の概要と特徴について説明する。

3.2. 討論・予想・判断による学生の変容

第2回目の講義では、算数科においては系統学習と総合（単元）学習のどちらを重視すべきか、というテーマでのグループ毎の討論を実施した。その際、講義開始時と終了時の段階で学生の意見がどのように変化したのかを、専用のHP⁴⁾を用いて学生

4) 専用HP (l-support) は、2002年5月より佛教大学において運用を開始した授業サポートシステムである。開発、管理は（株）ネットマンが担当しており、佛教大学と協力関係のもと、運用・改善が継続的に行われている。各講義の画面は下図のようであり、演習問題（簡単な演習問題）、小テスト（アンケート、4択形式のテスト）、成績表（演習問題、小テストでの成績表）、掲示板（受講生間の電子掲示板、グループ毎にも設定可能）、教材倉庫（コンテンツの集積・整理）、相談室（教員への質問・回答）、ニュース（学生へのアナウンス）、レポート（学生からのレポート送付）、時間割（出欠、スケジュール）があり、講義に応じて必要な機能を選択して活用することができる。



表1 写真講義開始時と終了時の段階でのアンケート

系統と総合のいずれを重視すべき？	講義開始	講義終了
系統を重視	8%	0%
どちらかといえば系統を重視	35%	52%
ちらかといえば総合を重視	49%	39%
総合を重視	8%	3%
未回答	0%	6%

からの携帯電話での送信方法により実施した（表1）。

こうした結果を、即座に学生に掲示することで、自分自身の意見やグループ内での話し合いの結果だけでなく、全体の傾向を知ることもできたようであった。50名程度であれば挙手による方法も考えられるが、情報通信機器を用いることで、こうした個々のデータを詳細に蓄積可能であることを体感させることもねらいとした。学生の講義に対する感想には以下のようなものが見られた（下線は筆者）。

「系統が総合のどちらがいいのかを考え、反対意見の人を交えての討論は初めてだったのですが、相手の意見も分かるという繰り返りでたくさん考えさせられました。」

「系統と総合の授業についてチームで話し合ったことが私にとって大きな前進になったと思う。いろんな考え方があって、私の考えはそのなかの一つに過ぎない。もっと器を大きく持とうと感じた。」

「教育実習を終えた4回生の人達とグループで話し合ったときは、特に今まで知らなかったことも知れて自分の考えを深めることができたと思う。」

上記の感想から、これまでの自分の考えが、ある一つのものであり、実際には多様な捉え方が存在すること、また討論によって自分の考え方が広がったことを肯定的に捉えることなどがうかがえる。現在の学校教育現場で生じる諸問題は、容易に回答を見出せるものばかりではない。むしろ、討論を繰り返し、試行錯誤の中から回答を自分たちで探り出していくというねばり強い作業を行うことのできる力が重要である。

3.3. 授業設計・発表による学生の変容

受講生40名を8グループ（4～6名ずつ）に分け、グループ毎に算数科の単元を決め、授業の設計を行わせた（後期は49名、9グループ）。その際、教科書、指導書に止まらず、該当する多くのHP上の指導案等を参考にさせるようにした。

現在、各教科の授業がHP上に数多く掲載されている。その内容は、各学年の学習指導要領に準拠しつつも、地域の固有性を有したものであり、そこから学べることは

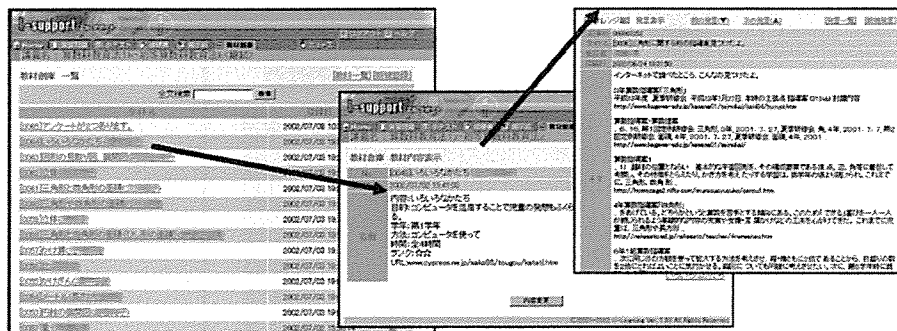


図1 学生による学習指導案集

多い。図1は、学生がそれぞれ探し出してきたHPのリストである。各リストには、内容、学年、目的、学年、方法、時間、ランク（評価）5段階、リンク先が記されている。そして、受講生全てがこれらの情報を閲覧することができる。こうした協働作業によって、学生は次のことを体感した。

＊多人数での作業と情報の共有化によって、効率的に多くの学習指導案を収集することが可能であること。

＊以前の学生のリストも参考にできることから、継続的な収集の重要性。

＊各項目に氏名、指導案の概要を示したインデックス、指導案に対する自己評価を載せることで、情報の価値の判断することの難しさや、自己責任の意味。

3.4. プレゼンテーションと学生の学習成果

複数の教員によって授業内容がデザインされ、授業が実施される状況の中では、教員間の説明・検討・構築といった作業が重要となる。また、学校現場の状況を保護者へ適切に伝え、交流することは、これからの学校・学級運営においてますます必要となってくる。そこで、設計した授業を同僚の教員に説明するという場面設定の中、プレゼンテーションを作成させ発表会を実施した。

以下では、二つの事例を取り上げる。一つは誤答分析を検討したもの、もう一つは子どもの反応に応じた柔軟な授業の構築を検討したものである。

①誤答分析の事例

六角柱の展開図を学習する単元において、学生は、子どもの学習活動の中でどのような間違いが生じるかを考え、6種類の誤答パターンに応じた指導方法を考えるようになった。例えば、図2では、六角柱の展開図を求める問題での誤答例の一つを示したものである。このグループでは、この他に5種類の誤答例を考えている。

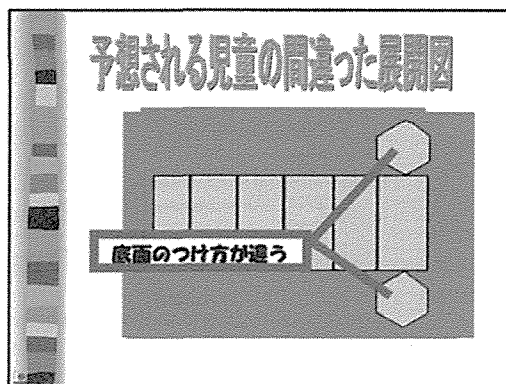


図2 誤答分析の一例

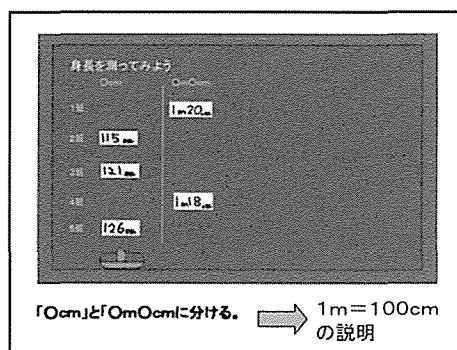


図3 m(メートル)が児童から出た場合

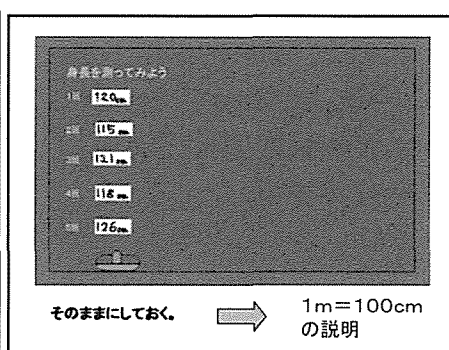


図4 児童から出なかった場合

②子どもの反応に応じた授業の複線化

子どもの学習活動によって発表された数値の種類によって、学習展開を二通り用意している。図3はmとcmの両方の回答が出てきた場合、図4はcmのみの回答であった場合の展開例である。少しではあるが、子どもの発想に柔軟に対応しようとする姿勢がうかがえる。

4. 結語

本稿では、これからの高度職能教育としての大学教育のあり方について、現在の学校教育現場等の実態を踏まえ検討してきた。そして、討論、構築、発表等を中心とした算数科教育法の試案について提案した。講義については、学生の実態を把握しつつ、帰納的方法によって授業を設計してきているために、内容の偏りや講義内容の順序等

に問題を残している。また、学生の作成した授業設計案が、学校教育現場において十分対応できる段階までには達していない。今後は外部機関との連携のもと、より実践に耐えうるような授業設計を行うことができるようにしていきたい。

実践の場での状況に応じた柔軟な対応と、常に学び続ける存在としての自覚の育成が、これからの教員養成の中核の課題となる。体系的な高度職能教育プログラムの開発が急務である。

引用・参考文献

- 五十嵐美和子, 鈴木正彦 (2003) 「インターネット環境下における数学教育の課題 ―コンピュータを用いた授業について―」『数学教育学会大学院生部会発表論文集』29-33
- 黒田恭史, 高橋一夫, 菅井勝雄 (2002) 「Web を活用した算数科教育法のあり方」『日本教育工学会第 18 回全国大会発表論文集』619-620
- 黒田恭史, 高橋一夫, 菅井勝雄 (2003) 「学習者の知識共有・創造を目指した算数科教育法」『日本教育工学会研究報告集』JET03 - 1 : 35-42
- 文部省 (1998) 『小学校学習指導要領』大蔵省印刷局, 東京
- 西之園晴夫 (1986) 『授業の過程』第一法規, 東京
- 西之園晴夫 (2002) 『ネットワーク社会における教育の実践知の形成と結合による現職教育に関する研究 ―ポストモダンの視点から』平成 12 ～ 13 年度 科学研究費補助金基盤研究 (B) (1) 研究成果報告
- 西之園晴夫 (2003) 「知識創造科目開発における教育技術の研究手法 教員養成における問題解決能力を育成する授業開発の事例」『日本教育工学会論文誌』27 (1) : 37-47
- Rick Billstein, Sclomo Libeskind, Johnny W. Lott. (2003) A problem solving approach to mathematics for elementary school teachers -8th ed. Pearson Education, Inc.
- 杉山吉茂, 伊藤説朗編 (1990) 『新版小学校算数科授業研究』教育出版, 東京
- 鈴木正彦, 山主富士彦, 平井政幸 (1985) 「画像情報と子どもの認識 (その 1)」『数学教育学会研究紀要』26/No. 3・4 : 49-72
- 横地 清 (1995a) 「造形活動にみる空間概念の発展」『数学教育学会研究紀要』36/No. 1・2 : 27-47
- 横地 清 (1995b) 「絵画活動にみる空間概念の発展」『数学教育学会研究紀要』26/No. 3・4 : 48-86